

**II МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

12-16 сентября 2012 года, г. Симферополь, Украина



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Симферополь, 2012

БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО ГРЕБНЕВИКА *VEROE OVATA* ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Машукова О.В., Токарев Ю.Н.

Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

Загрязняющие вещества, попадая в морскую воду, создают ситуации локального либо регионального загрязнения, чем нарушают нормальный ход биологических процессов. В ряде случаев показаны подавление или смещение фазового периода циркадных ритмов биолюминесценции и её характеристик под воздействием некоторых химических и физических агентов [6, 7]. Однако подобных исследований с ктенофорами до сих пор не проводилось. Поэтому одной из задач настоящих исследований явилось изучение воздействия тяжёлых металлов на характеристики биолюминесценции гребневиков. Эта задача решалась с использованием солей тяжёлых металлов: Cu, Zn, Pb и Hg, воздействие которых отмечено в ряде акваторий Чёрного моря [1, 3]. Нами исследовано 3 уровня содержания данных металлов: 0,1 ПДК, ПДК и 10 ПДК [4].

Экспериментальные исследования проводили в отделе биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины. Гребневиков собирали в слое 0–50 м прибрежной зоны г. Севастополя с удалением от берега до 2-х миль. Для опытов отбирали одноразмерных (35 – 40 мм) особей, которых подвергали механической стимуляции при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Параметры свечения регистрировали при помощи лабораторного комплекса “Свет” [5].

Результаты исследований показали значительную изменчивость амплитудно-временных характеристик биолюминесценции гребневика в зависимости от токсичности тяжёлого металла, его концентрации и длительности воздействия. Так, уже при концентрациях меди, равных ПДК, энергетические параметры свечения в первые часы снижаются в 2 раза, составляя не более 50% от контроля (рис. 1).

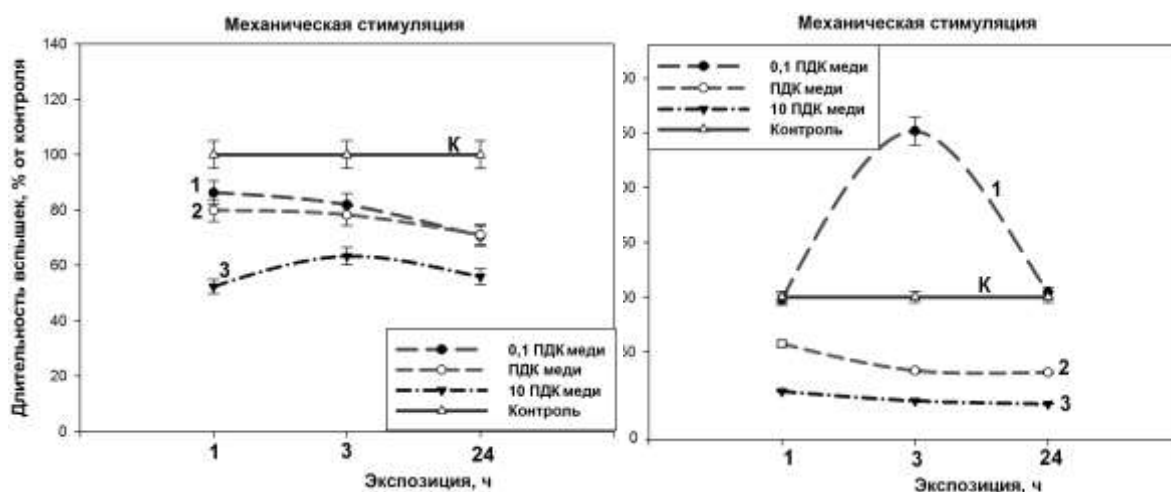


Рис. 1. Интенсивность и длительность светоизлучения гребневиков *V. ovata* при воздействии ионов меди в концентрации: 0,1 ПДК (1); ПДК(2); 10 ПДК (3) в отношении к контролю

Через 3 ч экспозиции при данной концентрации металла интенсивность свечения гребневиков снижалась в 3 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контролем, и через сутки достигала минимальных значений. При концентрациях меди в 0,1 ПДК интенсивность светоизлучения организмов в первые часы составляла 97,7% от контроля, однако через 3 ч амплитуда сигнала достигала максимума, составляя 251,6%. Через сутки экспозиции показатели интенсивности практически не отличались от контроля. При

высоких концентрациях меди (10 ПДК) амплитуда светоизлучения гребневиков в первые часы составляла только 2,25% от контроля. Вместе с тем, с увеличением времени экспозиции в растворе с высокой концентрацией меди амплитуда светоизлучения особей практически не изменяется, оставаясь значительно ниже контроля – 13,86% ($p < 0,05$).

Аналогичная ситуация наблюдается с влиянием ионов меди на длительность светоизлучения ктенофор. Так, наиболее продолжительные

сигналы гребневи́ков (рис. 1) в первые часы экспозиции наблюдаются при минимальных концентрациях меди, оставаясь несколько ниже, чем в контроле, – 86,28% от контроля. Самые непродолжительные сигналы регистрировались у особей, содержащихся при 10 ПДК меди. Максимальные значения амплитуды светоизлучения *B. ovata* при 0,1 ПДК меди свидетельствуют о стимулирующем воздействии этого токсиканта в подобных концентрациях на процессы жизнедеятельности гребневи́ков [2].

Существенно изменяются показатели амплитуды светоизлучения *B. ovata* при воздействии на него цинка (рис. 2).

Так, интенсивность светоизлучения гребневи́ков, содержащихся в эксперименте при минимальной концентрации (0,1 ПДК цинка), в

первые часы экспозиции практически не отличалась от контроля, достигая $757,40 \pm 37,87 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². С увеличением времени воздействия интенсивность светоизлучения гребневи́ков данной группы увеличивалась: через 3 ч экспозиции в 3 раза, а через сутки – в 8 раз превышая таковую в контроле. Интенсивность свечения особей, содержащихся при ПДК цинка, в первые часы практически не отличается от контроля, однако с увеличением времени экспозиции интенсивность свечения снижается, оставаясь, при этом, в 2 раза выше значений амплитуды в контроле. Увеличение концентрации цинка до 10 ПДК приводило к снижению показателей свечения гребневи́ков в 2 раза по сравнению с контролем.

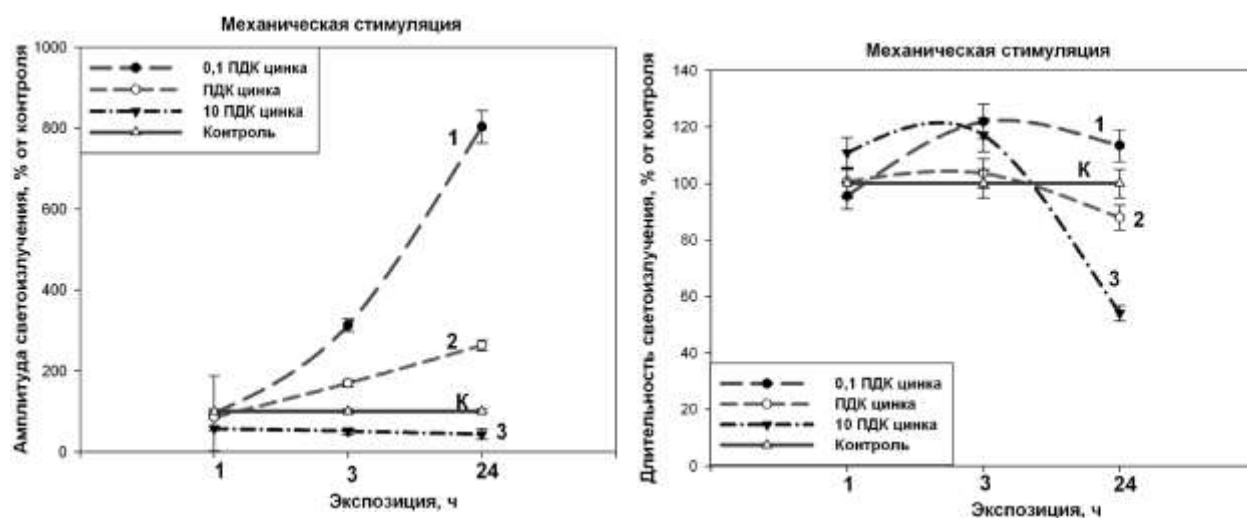


Рис. 2. Интенсивность и длительность светоизлучения гребневи́ков *B. ovata* при воздействии ионов цинка в концентрации: 0,1 ПДК (1); ПДК (2); 10 ПДК (3) в отношении к контролю

Длительность вспышек гребневи́ков (рис. 2) так же, как и в экспериментах с медью, испытывает существенные отклонения от контроля, однако в целом с увеличением времени экспозиции во всех экспериментальных группах она снижается.

Действие свинца на билюминесценцию гребневи́ков целиком отличается от воздействия предыдущих 2-х металлов полным ингибированием билюминесценции как при небольших, так и при высоких концентрациях реагента. Так, значения амплитуды билюминесценции гребневи́ков практически минимальны при всех заданных концентрациях (рис. 3).

В группе гребневи́ков, содержавшихся при 0,1 ПДК свинца регистрировали более продолжительные сигналы: в первые часы экспозиции $2,17 \pm 0,1$ с. Через 3 и 24 ч длительность светоизлучения снижается, тем не менее, оставаясь максимальной: $1,71 \pm 0,08$ с. Во всех других экспериментальных группах длительность светоизлучения была существенно ниже контроля.

Результаты исследований показали значительные изменения в параметрах свечения гребневи́ка *B. ovata* при воздействии на него ионов ртути. При малых концентрациях ртути в первые часы экспозиции интенсивность светоизлучения гребневи́ков в 1,5 раза превышает таковую в контроле (рис. 4). После 3-часовой экспозиции билюминесцентная активность гребневи́ков увеличивалась, превышая в 5 раз амплитуду светоизлучения контроля. С увеличением времени экспозиции до суток амплитуда светоизлучения особей снижается, оставаясь, однако, в 4 раза выше контроля. При высоких концентрациях ртути амплитуда светоизлучения гребневи́ков в первые часы снижалась в 2,5 раза, с увеличением времени экспозиции достигая минимума. Продолжительность свечения гребневи́ков во всех экспериментальных группах с увеличением времени экспозиции снижалась (рис. 4). Наиболее продолжительные сигналы регистрировались у особей в первые часы экспозиции при малых концентрациях ртути и достигали $2,54 \pm 0,12$ с.

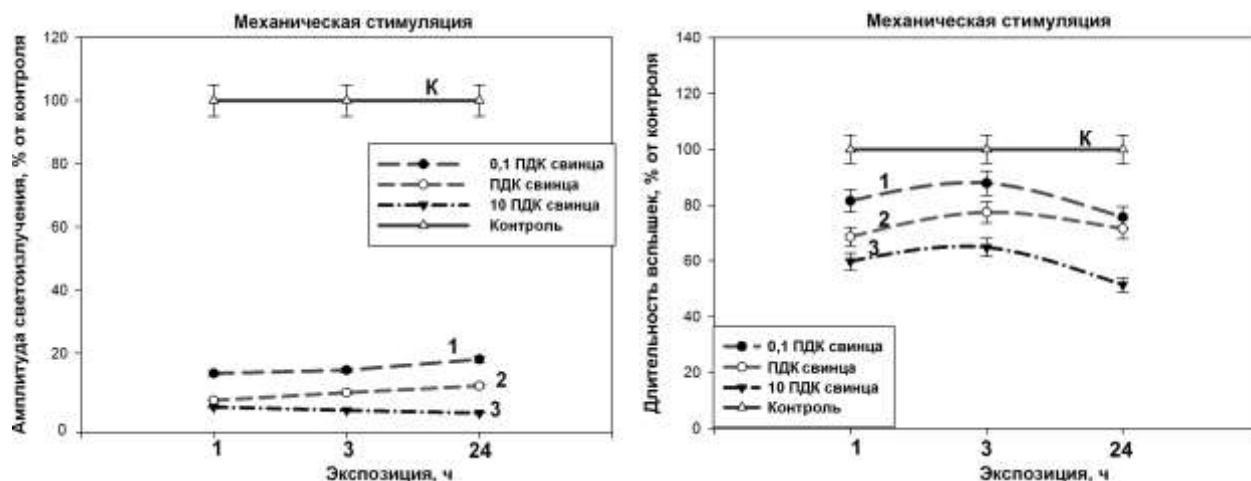


Рис. 3. Интенсивность и длительность свечения гребневиков *B. ovata* при воздействии ионов свинца в концентрации: 0,1 ПДК (1); ПДК (2); 10 ПДК (3) в отношении к контролю

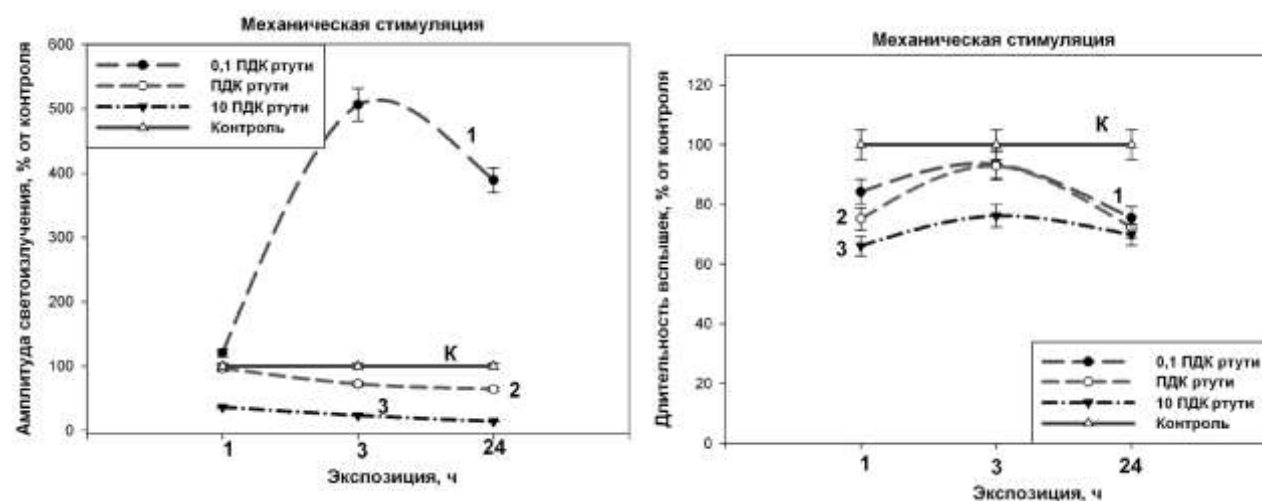


Рис. 4. Интенсивность и длительность свечения гребневиков *B. ovata* при воздействии ионов ртути в концентрации: 0,1 ПДК (1); ПДК (2); 10 ПДК (3) в отношении к контролю

По силе токсического воздействия на биолюминесценцию гребневиков *B. ovata* исследуемые металлы можно расположить в последовательности: Pb > Hg > Cu > Zn.

Таким образом, выявленная в результате экспериментов высокая чувствительность био-

люминесценции гребневиков к воздействию тяжёлых металлов позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов качества морской среды.

Список источников

1. Доценко С. А. Рясинцева Н. И., Савин П. Т. и др. Специфические черты гидрологического и гидрохимического режимов и уровень загрязнения прибрежной зоны моря в районе Одессы // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь : МГИ НАНУ, 1995. – С. 31 – 43.
2. Куценко С. А. Основы токсикологии. – С.-Петербург, 2002. – Т. 4. – 119 с.
3. Омельченко С. О., Граб Ю. А., Залевская И. Н. и др. Содержание тяжёлых металлов в тканях некоторых черноморских рыб и их влияние на уровень окислительной модификации белков // Биология, химия. – 2007. – Т. 20 (59), № 3. – С. 59 – 64.
4. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов / С. Н. Анисова, С. А. Соколова, Т. В. Минева и др. : [под ред.]. – М. : Мединор, 1995. – 221 с.
5. Токарев Ю. Н. Основы биофизической экологии гидробионтов // Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
6. Heimann K., Matuszewski J. M. & Klerks L. P. Effects of metals and organic contaminants on the recovery of bioluminescence in the marine dinoflagellate *Pyrocystis lunula* (Dinophyceae) // J. Phycol. – 2002. – V. 38. – P. 482 – 492.

7. Tokarev Yu. N., Evstigneev P. V., Mashukova O. V. et al. Bioluminescence of plankton organisms as an index of the neritic aquatoria pollution // Proceedings of the Eighth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment "MEDCOAST 07" (Alexandria, 2007). – Ankara, Turkey : Middle East Technical University. – 2007. – V. 2. – P. 925 – 936.

УДК 591.148: 593.8(262.5)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Мельников В.В.¹, Довгаль П.И.²

¹Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

²Учебно-научный центр «Институт биологии» Киевского национального университета им. Т.Г. Шевченко, г. Киев, Украина

Одной из важнейших составляющих мониторинга состояния морских экосистем является исследования характеристик некоторых биофизических полей (биолюминесцентного, акустического, флуоресцентного) [1]. Значительный интерес в этом отношении имеют прибрежные воды Севастополя, планктонные сообщества в которых длительное время находятся под сильным антропогенным прессом.

В связи с этим в мае 2011 г. были проведены исследования биолюминесценции в Севастопольской бухте и прилегающей к ней акватории Чёрного моря. Биофизические и гидрологические параметры (интенсивность биолюминесценции, температура и солёность) регистрировались с помощью гидробиофизического приборного комплекса «Сальпа-М». Эхограмма с параметрами буксировки (глубина, рельеф дна) получена с помощью эхолот-навигатора LOWRANCE LMS 522-IGPS. Регистрировались следующие параметры: биолюминесценция, температура воды и солёность воды. Буксировка аппаратуры и снятие параметров проводились в направлении от открытого моря с заходом в Севастопольскую бухту, дистанция буксировки – 10 км. Снятие параметров проводилось непрерывно, для удобства последующей обработки выделены 18751 точки промеров. Визуализация данных

эхолот-навигатора проведена с помощью программы SonarViewer. Числовые данные обработаны с помощью пакета программ Statistica и PAST2.43 [2]. Установлено, что интенсивность биолюминесценции существенно меняется на протяжении маршрута. Регрессионный анализ продемонстрировал наличие чёткого отрицательного тренда в биолюминесценции, который, вероятно, связан с резким снижением её интенсивности при входе в Севастопольскую бухту.

Средняя биолюминесценция до входа в Севастопольскую бухту составляла $488 \text{ Б} \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{л}^{-1}$, тогда как в пределах Севастопольской бухты $243 \text{ Б} \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{л}^{-1}$. Достоверность этой разницы по критерию Стьюдента подтверждается с высокой надёжностью ($T = 205,72$ при $p = 0,0001$).

Резкое снижение уровня биолюминесценции после входа в Севастопольскую бухту, где степень антропогенного загрязнения воды значительно выше, чем в прилегающей акватории Чёрного моря, что, возможно, указывает на плохое функциональное состояние фитопланктона.

Таким образом, биолюминесценция является одним из наиболее перспективных биофизических показателей, который может быть использован в экологическом мониторинге состояния водной среды и морских экосистем.

Список источников

1. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
2. Hammer Ø., Hurper D.A.T. and Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontologica electronica. – 2001. – 4, 1. – P. 1-9.

УДК: 591.148:574.52(262.5)

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ГИДРОБИОНТОВ

Мельникова Е. Б., Бурмистрова Н.В.

Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

Структура живых организмов морской среды и особенности процессов их жизнедеятельности зависят от абиотических и биотических факторов экосистемы. При этом взаимосвязь биологи-

ческих процессов с факторами, определяющими их протекание, может быть сложной и неявно выраженной. В частности, исследование изменения интенсивности поля биолюминесценции в